# ТВЕРДАЯ СТАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ

***Такую поверхность получают после проведения закалки стальных деталей. При правильной закалке сталь приобретает необходимую твердость, прочность и сохраняет, при этом, необходимую пластичность. Требуемую поверхностную твердость можно получить при более сложных химико-термических процессах - цементации или азотировании. Термические процессы по высококачественному упрочнению поверхности стальных изделий проводятся в специальных электропечах, по многократно проверенным режимам с применением новейших технологий.***

## ЗАКАЛОЧНЫЕ ПЕЧИ

Нагрев деталей под закалку производится в специальных электропечах, так называемых, закалочных. После нагрева до строго определенной температуры детали погружаются в закалочную среду (воду или масло) для быстрого охлаждения. Твердость тем выше, чем выше содержание углерода в стали. Закалка, как правило, происходит или во всем объеме детали, или, по крайней мере, на большую глубину.

Самые распространенные электропечи для нагрева под закалку - камерного типа. В них нагрев производится нагревателями в виде спиралей. Печи имеют повышенную мощность, а их отличительной особенностью является дверь, которая удобно открывается подъемом вверх и снабжена уравновешивающими противовесами. Печь комплектуется поддоном из жаропрочной стали, на который помещают нагреваемые детали.

Другие конструкции закалочных печей – шахтные. Такие закалочные элетропечи имеют вертикальную загрузку и круговой нагрев деталей, специальную схему зонного регулирования температуры, обеспечивающую высокую равномерность температуры по всему объёму печи.

Шахтные электропечи предназначены для нагрева длинномерных изделий или более мелких деталей в специальных кассетах. Длинномерные изделия могут иметь специальные приспособления для их подвешивания при термообработке, что исключает деформацию при нагреве. Шахта электропечи имеет защитную решетку из жаропрочной стали, которая исключает повреждение нагревателей при загрузке контейнера или деталей. Загрузка и выгрузка электропечи производится грузоподъемными средствами.

Камерные и шахтные электропечи всех конструкций, поставляются в виде комплектных и футерованных легкособираемых модулей с необходимым силовым и регулирующим оборудованием, которое смонтировано в шкафу управления.

## ПЕЧИ ДЛЯ ЦЕМЕНТАЦИИ И НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ

В процессе цементации при высокой температуре происходит насыщение поверхностного слоя стальных деталей углеродом путем диффузии из внешней среды, что позволяет получить высокую твердость на поверхности изделия при вязкой сердцевине, а значит высокую износостойкость. Цементации подвергают детали из низкоуглеродистых сталей, работающие в условиях контактного износа и знакопеременных нагрузок. Процесс цементации может проводиться с использованием жидкого карбюризатора или цементационного газа. Самым распространенным процессом при массовом производстве деталей является газовая цементация.

Для проведения процесса цементации чаще используются электропечи шахтного типа с герметичным муфелем и центробежным вентилятором для принудительного перемешивания печной атмосферы в рабочем пространстве.

Электропечь может комплектоваться установкой контроля и регулирования печных атмосфер (КРПА), которая позволяет управлять процессом цементации.

Установка КРПА предназначена для создания печных атмосфер при цементации и нитроцементации непосредственно в герметичном муфеле. Она обеспечивает регулирование углеродного потенциала в атмосфере печи путем нормированных подач карбюризатора и окислителя в соответствии с заданным содержанием $CO_2$. Такое управление углеродным потенциалом обеспечивает:

- исключение брака по микроструктуре в цементированном слое;
- возможность получения цементационного слоя с заданной микроструктурой;
- ускорение процесса цементации при температурах не выше 920ºС;
- значительное снижение сажеобразования в печи и продление срока службы оснастки и элементов конструкции печи.

Для упрочнения поверхности деталей иногда применяют – нитроцементацию – процесс одновременного насыщения поверхности деталей углеродом и азотом. Этот процесс позволяет получить слои большой толщины. Нитроцементация дает дополнительные преимущества покрытию по сравнению с обычной цементацией. При нитроцементации сокращается продолжительность процесса, уменьшаются деформации деталей и повышается усталостная прочность.

## ПЕЧИ ДЛЯ АЗОТИРОВАНИЯ

Для проведения газового азотирования используются электропечи шахтного типа с герметичным муфелем и центробежным вентилятором для принудительной циркуляции атмосферы в рабочем пространстве печи и комплектом оборудования для термической диссоциации аммиака. Газовым азотированием называется химико-термическая обработка, заключающаяся в диффузионном насыщении поверхностного слоя азотом в атмосфере частично диссоциированного аммиака. Азотирование чаще проводят при температурах 500-600ºС. Термическая диссоциация аммиака на катализаторе представляет собой ионизационный процесс, сопровождающийся образованием очень активных ионов. Это новая технология низкотемпературной химико-термической обработки деталей машин и инструмента. Такая технология сокращает длительность азотирования в 2-4 раза и повышает срок службы азотированных деталей в 1,5-3 раза по сравнению с традиционным газовым азотированием. Низкотемпературное газовое азотирование применяется для среднеуглеродистых легированных сталей. Азот образует с легирующими элементами устойчивые нитриды, которые придают поверхностному азотированному слою очень высокую твердость. Азотирование применяют для упрочнения, повышения предела усталости и износостойкости, а также повышения коррозионной стойкости различных изделий (штамповый инструмент, распредвалы и т.д.).

При газовом азотировании диссоциация аммиака происходит на катализаторе непосредственно в герметичном муфеле электропечи. Азотный потенциал печной атмосферы определяется с помощью кислородных зондов погружного типа. Зонд устанавливается непосредственно в рабочем пространстве печи подобно термопаре и определяет азотный потенциал печной атмосферы в реальном времени. Зонд комплектуется вторичным прибором, имеющим цифровую индикацию.

Низкотемпературное газовое азотирование позволяет также производить упрочнение специальных материалов: сплавов титана, нержавеющей стали, порошковых материалов и т.д.

## ОТПУСКНЫЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ

После закалки, цементации или азотирования стальные детали необходимо отпустить. Отпуск является конечной операцией термической обработки и проводится для уменьшения внутренних напряжений и получения высокой ударной вязкости и пластичности деталей. Отпуск несложных деталей можно производить и в закалочных печах. Но высококачественный отпуск можно произвести только в специальных отпускных электропечах. Эти электропечи более сложные. Они оборудованы вентилятором и системой принудительного перемешивания печной атмосферы, что позволяет получать высокую точность и равномерность температуры по всему объёму печи. Отпускные электропечи бывают камерного и шахтного типа.

Камерные электропечи имеют горизонтальную загрузку. Рабочее пространство камеры нагрева образовано экранами из жаропрочной стали.

Шахтные электропечи имеют вертикальную загрузку рабочей камеры. Рабочее пространство печи образовано цилиндрическим экраном.

Глубокие шахтные печи, всех видов, оснащаются специальной схемой зонного регулирования температуры, обеспечивающей высокую равномерность температуры по высоте печи.

Для удобства работы при загрузке и выгрузке деталей шахтные электропечи любых типов, как правило, заглубляются, т.е. устанавливаются в приямок (колодец) на определенную глубину.

***Твердость, прочность, износостойкость сталь или ее поверхность приобретает, когда правильно проведены режимы закалки, цементации, азотирования и отпуска. Без этого невозможно получить требуемое качество, долговечность, надежность машин и оборудования. Провести высококачественную термообработку стальных изделий, в свою очередь, невозможно без электропечей специально изготовленных для этих целей. Поэтому промышленные электропечи столь востребованы на всех машиностроительных предприятиях.***